

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :  
(A n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction).

53 238

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

(21) **N° 79 08336**

(54) Procédé pour la collecte des hydrocarbures répandus sur les plans d'eau et dispositif s'y rapportant.

(51) Classification internationale (Int. CL<sup>3</sup>). E 02 B 15/04 // B 63 B 35/32.

(22) Date de dépôt..... 3 avril 1979, à 15 h 4 mn.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du public de la demande ..... B.O.P.I. — « Listes » n° 44 du 31-10-1980.

(71) Déposant : SOCIETE METALLURGIQUE ET NAVALE DUNKERQUE NORMANDIE, société anonyme, résidant en France.

(72) Invention de : Raymond Thiennot.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet André Bouju,  
38, av. de la Grande-Armée, 75017 Paris.

BEST AVAILABLE COPY

La présente invention concerne un procédé pour la collecte, au moyen de dragues - ou barrières - flottantes remorquées, des hydrocarbures et produits polluants similaires moins denses que l'eau, répandus à la surface des plans d'eau. Cette collecte vise à permettre le rassemblement en vue du relevage de ces hydrocarbures hors du plan d'eau, de manière à supprimer la pollution. L'invention concerne encore un dispositif de drague flottante particulièrement, mais non limitativement, destiné à la mise en oeuvre du procédé précité.

La présente invention est plus spécialement applicable à la collecte des hydrocarbures répandus en mer en masses importantes par suite de sinistres tels qu'avaries de coque, abordages survenant à des pétroliers, éruptions non contrôlées de puits de pétrole off-shore. Cette invention est applicable à la collecte sur tous plans d'eau en haute mer, comme dans les baies ou dans les estuaires envahis à chaque marée montante par la pollution, en cas de sinistre.

On sait que dans le cas de ces sinistres, les nappes d'hydrocarbures sont, en quelques heures, dispersées sur des surfaces considérables, par l'effet des courants marins et des vents. A mesure que les nappes s'étalent, leur épaisseur diminue très rapidement et ne dépasse pas souvent le millimètre sur des kilomètres carrés de surface. De plus, ces nappes sont souvent déchiquetées par les courants et la houle.

Ainsi, après seulement cinq ou six heures (la durée d'une marée montante ou descendante), un déversement ponctuel de 50 à 60 000 tonnes de mazout se présente sous forme d'une nappe déchiquetée de 40 à 50 kilomètres de long et quelques 3 à 4 kilomètres de large.

Pour récupérer ces hydrocarbures en haute mer, essentiellement en vue de remédier à la pollution ainsi créée, il est connu de faire appel à des barrages flottants

destinés à embrasser la couche d'hydrocarbure répandue et à augmenter son épaisseur en l'enserrant progressivement jusqu'à la rendre récupérable par pompage dans la masse épaissie.

5 Les barrages flottants réalisés jusqu'à ce jour ont un tirant d'eau de l'ordre du mètre, un tirant d'air légèrement inférieur, et ils sont tirés à leurs deux extrémités par des remorqueurs ou analogues, naviguant de conserve. Ces barrages qui sont ainsi traînés à travers 10 la nappe pour la balayer, prennent en surface une forme approximative de chaînette. L'hydrocarbure, progressivement épaissi par resserrement, s'accumule au fond du barrage, près du sommet de la chaînette. La masse de l'hydrocarbure peut alors y atteindre de 10 à 20 centimètres 15 d'épaisseur (davantage même, si l'on opère en eau très calme) et devenir pomppable.

Les barrages ainsi disposés et employés présentent, toutefois, des inconvénients importants qui en compromettent l'efficacité :

20 • Ils ne permettent pas de dépasser une vitesse de remorquage de 1 noeud (soit 1 800 m/h), ce qui est très faible si l'on considère l'étendue des nappes, leur étagement progressif et le fait qu'elles se déchiquètent.

Or, la vitesse de 1 noeud doit parfois être 25 encore réduite selon l'état de la mer.

• Par forte mer, certaines vagues déferlent au-dessus du barrage en entraînant l'hydrocarbure qu'elles portent.

30 • Même par mer calme, et en l'absence d'agitation à la surface, si l'on accroît la vitesse de remorquage du barrage, donc la vitesse de la masse d'hydrocarbure accumulée au fond de la poche par rapport à l'eau sous-jacente, deux phénomènes indésirables apparaissent :

- D'une part, des particules d'hydrocarbure 35 sont arrachées à la surface inférieure de la nappe pollu-

ante par frottement des deux liquides l'un sur l'autre. Elles s'échappent du barrage en filant par dessous malgré l'accroissement que l'on pourrait donner au tirant d'eau arrière.

5 - D'autre part, l'accroissement de vitesse provoque l'apparition de vortex prenant naissance à la surface de l'eau et entraînant inévitablement l'hydrocarbure rassemblé dans son tourbillon. Toute la masse d'hydrocarbure collecté file alors sous le barrage qui ne  
10 retient plus rien.

Si l'on accroît la vitesse de remorquage, ces phénomènes parasites s'accentuent notamment sans que l'augmentation du tirant d'eau arrière y porte remède.

Or, cette limitation de la vitesse de balayage  
15 est un inconvénient majeur, car les risques de pollution des côtes sont d'autant mieux évités que la récupération des masses polluantes est plus rapide.

Divers dispositifs ont été mis en oeuvre aux Etats Unis pour accroître la vitesse de balayage des barrages en  
20 forme de chaînette.

Très complexes dans leur conception, ces dispositifs visent surtout, par l'installation de plans immergés, remorqués avec le barrage et disposés sous la vague de front de la masse épaisse, à canaliser l'eau sous-  
25 jacente et à la séparer de l'huile pour éviter les arrachements provoqués par le frottement. Malgré leur complexité, ces dispositifs ne permettent pas d'atteindre des vitesses égales à 3 noeuds.

La présente invention vise à remédier à ces inconvénients et limitations, en ne mettant en oeuvre que des moyens simples et fiables.

Suivant l'invention, le procédé pour la collecte des hydrocarbures répandus sur les plans d'eau en vue de leur relevage, dans lequel au moins un élément de drague  
35 flottante est remorqué de telle sorte qu'il présente, en

tous points, une composante de vitesse normale à sa surface afin de balayer la nappe d'hydrocarbure, est caractérisé en ce qu'on maintient la paroi de la drague avec une inclinaison suffisamment faible, relativement à la direction du remorquage, pour que la vitesse de déplacement de la drague parallèlement à elle-même soit supérieure à la composante de cette vitesse perpendiculairement à la paroi de la drague.

De préférence, l'inclinaison de la drague est réglée à une valeur telle que, d'une part, la nappe polaire n'ait au contact de l'eau sous-jacente qu'une vitesse sensiblement inférieure à celle du remorquage pour laquelle les arrachements parasites de cette nappe au contact de l'eau ne se produisent pas et que, d'autre part, les pressions hydrodynamiques qui s'exercent sur la paroi de cette drague ne puissent engendrer de vortex susceptibles d'entraîner la nappe d'hydrocarbure rassemblée.

En réglant, comme indiqué, l'inclinaison de la drague relativement à la vitesse de déplacement en fonction de la valeur de celle-ci, on peut éliminer les causes de fuites de l'hydrocarbure collecté.

En particulier, si on fait en sorte qu'en chaque point de la drague flottante l'angle entre un élément de paroi de cette drague et la direction du remorquage soit maintenu à une valeur sensiblement inférieure à  $35^\circ$ , on peut atteindre des vitesses de remorquage nettement supérieures à celles aujourd'hui permises.

Dans la pratique, l'invention peut être mise en œuvre suivant une forme d'exécution du procédé, en remorquant deux éléments de drague flottante reliés chacun à un remorqueur de tête et convergeant l'un vers l'autre vers l'arrière, et en maintenant à l'arrière, entre ces deux éléments de drague, un goulet pour le passage de la nappe épaisse d'hydrocarbure vers des moyens de relevage de cette nappe qui progressent à la même vitesse que les re-

morqueurs de tête, alors que la nappe elle-même reste quasi immobile par rapport à l'eau sous-jacente.

Dans une réalisation préférée de l'invention, on contrôle l'inclinaison de l'élément de drague relativement au sens de son déplacement, en exerçant sur l'extrémité arrière de cet élément une force ayant une composante de traction suivant une direction perpendiculaire audit déplacement.

Compte tenu de l'ouverture subsistant nécessairement à l'arrière des deux éléments de drague convergents pour respecter la condition angulaire précitée, l'invention prévoit avantageusement de disposer, à l'arrière de ces deux éléments de drague et en continuité avec eux, deux autres éléments de drague convergents vers l'arrière, les extrémités avant de ces seconds éléments étant séparées par le goulet arrière des premiers éléments, tandis que les extrémités arrière de ces seconds éléments sont reliées au dispositif de relevage qui est déplacé en synchronisme avec l'ensemble des éléments de drague. Selon cette réalisation, on maintient l'angle des parois des seconds éléments de drague avec la direction de remorquage, dans la région où la nappe a été épaissie au maximum, à une valeur encore plus faible que l'angle des parois de la partie arrière des premiers éléments de drague avec cette direction.

L'invention permet ainsi d'assurer un remorquage à des vitesses de l'ordre de 5 noeuds au minimum, sans risque de fuites à hauteur du fond du dispositif de rassemblement de l'hydrocarbure.

Selon un autre mode d'exécution du procédé, on remorque deux éléments de drague au moyen d'un seul remorqueur de tête relié à l'extrémité avant de ces deux éléments dont les parois s'écartent l'une de l'autre vers l'arrière et on exerce une traction ayant une composante normale à la direction de remorquage à la partie arrière

de chacun des éléments de drague.

Suivant l'invention, le dispositif pour l'application du procédé ci-dessus défini est caractérisé en ce qu'il comprend au moins un élément de drague placé obliquement relativement à la direction de déplacement, dont l'extrémité avant est reliée à un remorqueur et dont l'extrémité arrière est reliée à des moyens exerçant sur cette extrémité une force ayant une composante de traction suivant une direction perpendiculaire à la direction de déplacement général du dispositif, lequel comprend encore des moyens de relevage de l'hydrocarbure placés à l'arrière de l'élément de drague qui dirigent vers eux la partie épaisse de la nappe d'hydrocarbure.

Bien entendu, la force exercée à l'arrière de l'élément de drague n'est pas nécessairement perpendiculaire à la direction du déplacement, il suffit qu'elle ait une composante de traction selon cette direction suffisante pour maintenir la condition angulaire définie plus haut.

Selon un mode de réalisation pratique, le dispositif comprend deux éléments de drague convergeant l'un vers l'autre vers l'arrière, ces deux éléments étant halés chacun par un remorqueur à leur extrémité avant et ayant leurs extrémités arrière réunies entre elles par un câble traversier, réservant entre ces extrémités un goulet dont la largeur est sensiblement inférieure à la distance séparant les deux extrémités avant.

De préférence, le dispositif précité est combiné avec le fait que chaque élément de drague comporte, à ses extrémités arrière, des flotteurs carénés entre lesquels est accroché le câble traversier. Ces flotteurs augmentent ainsi la flottabilité des éléments de la drague aux emplacements où ceux-ci sont soumis à la force transversale résultant du câble traversier.

Dans une réalisation avantageuse, les flotteurs

d'extrémité arrière supportant le traversier sont librement orientables relativement à la partie de l'élément de drague qui les précède, tandis que le câble traversier comporte des moyens, tels que des pièces carénées, pour 5 réduire sa traînée et qu'il comporte au moins un flotteur intermédiaire placé entre les deux flotteurs d'extrémité arrière, ce flotteur intermédiaire étant relié au câble traversier par une élingue de sustentation.

On obtient ainsi un dispositif très marin, 10 capable de résister aux fortes vagues, tout en respectant les conditions d'équilibrage dynamique des éléments de la drague définies par le procédé.

Selon une autre version de l'invention, le dispositif qui comprend deux éléments de drague convergeant 15 l'un vers l'autre vers l'arrière et halés chacun par un remorqueur à leur extrémité avant, est caractérisé en ce que les éléments de drague sont munis, à leurs extrémités arrière, de flotteurs carénés pourvus de dérives à divergents réglables, orientées de manière que ces flotteurs 20 tendent à se rapprocher l'un de l'autre, lors du remorquage. Ces dérives à divergents visent à assurer la traction transversale prévue par le procédé, au même titre que le câble traversier, les deux moyens étant éventuellement combinables entre eux.

25 Selon une version particulièrement intéressante, aux extrémités arrière des deux éléments de drague remorqués, sont attachés deux autres éléments de drague, de moindre longueur, dont les extrémités arrière sont elles-mêmes associées à l'engin de relevage de l'hydrocarbure, 30 des moyens étant, de plus, prévus pour permettre, à leur jonction, une différence d'inclinaison de ces deux éléments de drague, consécutifs relativement à la direction de remorquage. Cette discontinuité angulaire dans les lignes d'eau de la drague permet de respecter la condition d'inclinaison du procédé jusqu'au voisinage immédiat de l'axe 35

de symétrie du dispositif remorqué, tout en assurant à l'arrière de celui-ci un goulet d'une largeur comparable avec la largeur des moyens de relevage portés par l'engin prévu à cet endroit. L'invention permet, de plus, comme il sera indiqué dans le cadre d'exemples particuliers, d'utiliser des éléments de drague de structure simple et économique, et d'aménager ceux-ci pour assurer la plus grande efficacité au procédé.

Selon un autre mode de réalisation, le dispositif comprend un remorqueur de tête à l'arrière duquel sont attachés deux éléments de drague s'écartant l'un de l'autre vers l'arrière, des moyens, tels que des engins de remorquage, pour tirer les extrémités arrière de ces éléments suivant des directions opposées ayant chacune une composante orthogonale à la direction de remorquage et des moyens de relevage de la nappe d'hydrocarbure épaisse, placés au voisinage desdites extrémités arrière des éléments de drague.

D'autres particularités et avantages de l'invention résulteront encore de la description ci-après.

Aux dessins annexés, donnés à titre d'exemples non limitatifs, on a représenté diverses formes d'exécution de l'invention.

- la Figure 1 est un dessin schématique en plan illustrant le procédé conforme à l'invention,
- la Figure 2 est un schéma explicatif à grande échelle,
- la Figure 3 est une vue en plan schématique montrant le procédé de collecte de l'hydrocarbure en opération,
- la Figure 4 montre, dans les mêmes conditions, un mode d'exécution particulier du procédé selon la Figure 3 ; le dispositif est représenté à l'ouverture maximum D de la drague,
- la Figure 5 est une vue analogue à la Figure 4

- montrant une autre configuration du dispositif, lorsque l'ouverture qu'on lui impose est réduite,
- la Figure 6 est une vue schématique en plan montrant une réalisation du goulet arrière de la drague,
  - 5 - la Figure 7 est une vue schématique à plus grande échelle, selon VII-VII de la Figure 6, montrant un mode d'exécution du goulet de passage à l'arrière des éléments avant de la drague,
  - la Figure 8 est une vue en élévation longitudinale montrant une partie de l'élément de drague, à hauteur d'un flotteur caréné,
  - 10 - la Figure 9 est une vue analogue à la Figure 8, mais à plus grande échelle,
  - la Figure 10 est la vue en plan correspondant à la Figure 9,
  - 15 - les Figures 11 et 12 sont des coupes partielles selon XI-XI et XII-XII de la Figure 10,
  - la Figure 13 est une vue schématique d'une partie du câble traversier muni de pièces carénées,
  - 20 - la Figure 14 est une vue similaire du câble à plus grande échelle montrant une seule pièce carénée,
  - la Figure 15 est une vue en coupe selon XV-XV de la Figure 14,
  - la Figure 16 est une vue en élévation d'une
  - 25 réalisation particulière de flotteur caréné prévu pour la sustentation du câble traversier,
  - la Figure 17 est la vue en plan correspondante,
  - la Figure 18 montre le même flotteur en coupe
  - 30 transversale selon XVIII-XVIII de la Figure 16,
  - la Figure 19 est une vue en plan analogue à la Figure 6 montrant une variante de réalisation du dispositif des éléments de drague,
  - la Figure 20 est une vue analogue montrant
  - 35 une autre variante de réalisation,

- la Figure 21 est un schéma pour l'explication du procédé,

- la Figure 22 est une vue en plan à petite échelle montrant un autre mode d'exécution du procédé.

5 En se reportant à la Figure 1 des dessins annexés, on voit un élément de drague 1 destiné à permettre la collecte, puis le relevage d'une couche d'hydrocarbure H située sur la surface d'un plan d'eau, par exemple à la surface de la mer, conséutivement à un  
10 sinistre naval. La drague de collecte 1 est constituée par une paroi continue maintenue verticalement par rapport à la surface de l'eau, cette paroi comportant une partie située au-dessus de l'eau et une partie qui pénètre dans l'eau.

15 La drague 1, qui peut recevoir des réalisations très variées, dont certains exemples seront donnés plus loin, est remorquée à son extrémité avant A par un remorqueur 2 qui progresse suivant la direction K.

20 La drague 1 est orientée de façon à présenter en tous points M une composante de vitesse  $V_n$  normale à sa paroi obtenue en décomposant la vitesse V du remorqueur 2 relativement à cette normale, et selon une composante  $V_t$  parallèle à la direction de l'élément de drague considéré.

25 La drague progresse ainsi transversalement suivant la vitesse V afin de balayer la nappe d'hydrocarbure H et à permettre, grâce à l'obliquité de l'élément 1 relativement à la direction V, un accroissement de l'épaisseur de la couche d'hydrocarbure H qui s'accumule contre elle depuis l'extrémité avant A jusqu'à l'extrémité arrière  
30 B de l'élément de drague considéré.

Conformément au procédé visé par la présente invention, on maintient pendant l'opération de remorquage la paroi de la drague 1 avec une inclinaison i suffisamment faible, mais non nulle, relativement à la direction K du  
35 remorquage (confondue avec la vitesse V), pour que la

vitesse  $V_t$  de déplacement de la drague 1 parallèlement à elle-même, soit sensiblement supérieure à la vitesse  $V_n$  mesurant son déplacement transversal. Par exemple,  $V_n = 0,1 V_t$ . On peut ainsi faire en sorte que la masse polluante H, collectée par la barrière 1, n'ait par rapport à la couche d'eau sous-jacente qu'une vitesse suffisamment faible pour éviter les arrachements parasites au niveau de la couche séparatrice eau-hydrocarbure. De préférence, on règle aussi la valeur de l'angle  $i$  pour éviter en tous points, le long de la paroi de l'élément de drague 1, l'apparition de pressions hydrodynamiques qui seraient génératrices de vortex et pour qu'il n'y ait pas d'arrachements parasites de la nappe d'hydrocarbure à son interface avec l'eau.

Ces conditions sont respectées en soumettant l'extrémité arrière B de l'élément de drague à une force F ayant une composante de traction T suivant une direction perpendiculaire à la direction K telle, que l'angle  $i$  reste inférieur à une valeur prédéterminée. Ceci revient à limiter la grandeur de la traction T pour éviter qu'elle dépasse une valeur qui donnerait à l'élément 1 une courbure excessive surtout au voisinage du point B.

Dans la pratique, on fait en sorte que la valeur de l'angle  $i$  soit maintenue à une valeur inférieure à 30 ou 35°, sans que cette valeur présente un caractère critique. La valeur de l'angle  $i$  dépend, d'ailleurs, de la vitesse de remorquage, et plus cette vitesse est élevée, plus l'angle  $i$  doit être faible. Le critère qui est, en effet, appliqué par l'invention consiste ainsi à régler la valeur de l'angle  $i$  en tous points de la paroi de l'élément de drague 1, à une valeur aussi grande que possible, pour balayer la plus grande surface à dépolluer, mais suffisamment faible pour éviter de refouler le plus possible dans le sens K la masse d'hydrocarbure épaisse, afin d'empêcher l'apparition de phénomènes parasites qui

permettraient à l'hydrocarbure H d'échapper à la drague 1,  
à savoir :

5 . éviter le plus possible le mouvement la masse 3 d'hydrocarbure collectée relativement à l'eau sous-jacente (Figure 2), ce déplacement suivant K, au-delà d'une certaine vitesse relative, provoquant des arrachements d'hydrocarbure, schématisés en X sur la Figure 2, où l'on a montré les effets parasites auxquels l'invention entend précisément remédier et qui correspondent, par exemple, à un refoulement 10 de la masse 3 suivant une vitesse  $V_n$  supérieure à 1 noeud ;

15 . éviter que sur toute la longueur de l'élément de drague AB, les pressions hydrodynamiques sur la face avant de la paroi atteignent une valeur telle qu'il se manifeste un effet de vortex semblable à celui schématisé en U sur la Figure 2, qui se traduit aussi par un passage suivant W d'une partie de la masse 3 au-dessous de la drague 1, ce phénomène pouvant être, du reste, étroitement associé à celui schématisé en X.

C'est en agissant sur la valeur de la traction T, que 20 l'on peu régler la valeur de la courbure de l'élément 1 entre les points A et B, compte tenu de la vitesse V, pour qu'en chaque point l'inclinaison i reste inférieure à la valeur qui se traduirait par les phénomènes parasites relatés ci-dessus.

25 Dans la pratique, les valeurs respectives des paramètres V, T et corrélativement i, dépendent de nombreux facteurs tels que vitesse et direction du vent, état de la mer, nature de l'hydrocarbure, etc ... Les critères de réglage fournis par l'invention peuvent, toutefois, être 30 facilement appliqués en observant, par exemple par hélicoptère, l'imperméabilité de la drague relativement à la masse 3 collectée, ou en prédéterminant ces critères au cours d'essais effectués au bassin des carènes.

Sur la Figure 21, on a schématisé le mode de 35 collecte assuré par la drague 1 dans le cadre de l'inven-

tion, relativement à un système de référence lié à cette drague : les particules M de la masse polluante H viennent en M<sub>1</sub> au contact de la drague 1, puis paraissent s'écouler le long de celle-ci, en M<sub>2</sub>, compte tenu de sa 5 vitesse V<sub>t</sub>. La nappe collectée est délivrée en M<sub>3</sub>, où elle peut être relevée.

Dans une première réalisation de l'invention, il est prévu de remorquer deux éléments de drague 1 d'égale longueur, attelés à leurs extrémités avant A à 10 des remorqueurs de haute mer 2, et qui convergent l'un vers l'autre, vers l'arrière. On maintient ainsi, à l'arrière, un goulet C dont la largeur d est sensiblement réduite par rapport à la distance D séparant les remorqueurs 2 et qui correspond à la largeur balayée par le 15 dispositif.

A l'arrière du goulet C, sont disposés des moyens pour le relevage de la nappe d'hydrocarbure épaisse 3 qui passe dans le goulet C, à mesure de la progression des remorqueurs 2 suivant K.

20 Les moyens de relevage flottants sont, de préférence, constitués par un engin flottant 4, auto propulsé ou non, capable de naviguer à la vitesse V et qui est équipé de moyens de relevage, par exemple par pompage, et éventuellement de moyens de décantation pour l'hydrocar- 25 bure.

Cet engin comporte, par exemple, une bouche d'aspiration 4a, à l'avant, dont la largeur frontale hors-bord est au moins égale à d.

Selon une version préférée de l'invention, l'engin 30 4 est du type catamaran, conformément à la demande de brevet français N° 78-15 682 du 26 Mai 1978, déposée au nom de la Société Métallurgique et Navale Dunkerque Normandie.

En fonctionnement, l'engin 4 est directement 35 accolé à la sortie du goulet C.

Pour assurer la traction  $T$  prévue par l'invention, et maintenir ainsi en tous points des éléments 1 un angle  $i$  faible par rapport à la direction K, l'invention prévoit de relier les deux éléments 1 par un câble 5 traversier 5 immergé, fixé aux extrémités arrière B des éléments 1, par exemple sur les chaînes ou câbles de remorquage longitudinaux courant le long de ces éléments. La longueur du câble 5 peut être déterminée expérimentalement après des essais en bassin, puis en mer, en fonction 10 de la constitution même des éléments 1 et de la résistance qu'ils offrent à l'avancement. Cette longueur, sensiblement égale à  $d$  est aussi fonction de la vitesse de remorquage  $V$ , la tension du câble 5 étant d'autant plus grande que  $V$  est plus élevée, de sorte que plus la vitesse de 15 remorquage prévue est élevée, plus on choisira une valeur importante pour  $d$  relativement à  $D$ .

En général, la longueur du câble 5 qui, aux flèches près, correspond sensiblement à la distance  $d$  est comprise entre le  $1/10$  et le  $1/15$  de l'ouverture  $D$  du barge.

Suivant la valeur de  $D$ , la distance  $d$  peut correspondre à la largeur d'une barge de relevage des hydrocarbures ou moyen similaire procédant par avalement d'une couche d'eau polluée avec ou sans séparation des deux 25 phases de cette dernière à bord.

Dans la pratique, toutefois, la distance  $d$  sera très largement supérieure à la valeur ci-dessus considérée. Dans ces conditions, l'invention prévoit de disposer aux extrémités arrière B des éléments de drague 1, des 30 flotteurs carénés 6 dont la structure sera décrite plus loin, et de ménager à l'arrière des flotteurs 6, et en continuité avec les éléments de drague 1, deux autres éléments de drague 7 (Figure 4) convergeant vers l'arrière. Les extrémités avant de ces seconds éléments de 35 drague 7 sont séparées par le goulet arrière C des pre-

miers éléments 1, tandis que les extrémités arrière des éléments 7 sont reliées à l'engin de relevage 4, lequel est déplacé en synchronisme avec l'ensemble des éléments de drague 1 et 7.

- 5        La condition prévue par l'invention relativement à l'angle i est respectée également pour les seconds éléments 7, sur toute leur longueur. De plus, la partie avant de ces éléments 7 fait, avec la direction K du remorquage, un angle plus faible que l'angle de la partie 10 arrière des premiers éléments 1 avec la même direction. On voit ainsi que de chaque côté la drague présente, à hauteur des points B, correspondant à l'emplacement des flotteurs carénés 6 et au point d'ancrage du câble traversier 5, une discontinuité angulaire assurant la condition prévue par l'invention pour l'angle i, depuis les 15 points A jusqu'à l'engin 4.

Dans le cas d'une telle réalisation du genre de la Figure 4, la distance séparant l'amarrage du câble 5 au dispositif de relevage 4 est égale, par exemple, au 1/6 20 ou au 1/7 de la longueur des éléments de drague 1 et 7 réunis.

Bien entendu, pour permettre de balayer une nappe d'hydrocarbure H en surface aussi grande que possible on maintiendra la distance D à une valeur maximale. Mais 25 celle-ci dépendra des zones où l'on sera conduit à mettre en oeuvre le dispositif et des états de mer que l'on sera susceptible d'y rencontrer normalement.

C'est ainsi qu'une distance D de 200 à 300 mètres maximum pourra être considérée comme normale pour 30 un état de mer Force 5 et des zones relativement ouvertes. Le système aura alors, selon son axe, une longueur de l'ordre de 300 à 450 mètres (maximum). La distance entre le dispositif 4 et le câble traversier 5 sera sensiblement comprise entre 50 et 65 mètres, soit 1/6 ou 1/7 de la longueur totale précédente. La distance d séparant les deux 35

extrémités arrière B des premiers éléments de drague 1 sera sensiblement comprise entre 20 et 30 mètres, de l'ordre du 1/10 de la distance D.

Dans ces conditions et pour des états de mer 5 Force 5 envisagés, le système conservera une bonne manœuvrabilité. Cette configuration n'est nullement impérative au moment du déploiement, et tel système ayant les caractéristiques dimensionnelles précisées ci-dessus pourra, selon l'épaisseur des nappes rencontrées, être 10 déployé avec une ouverture D plus faible - moitié par exemple. L'ouverture à lui donner dépendra de l'épaisseur des nappes et de la capacité de l'équipement de relevage de l'hydrocarbure disposé en 4.

Si l'on réduit l'ouverture D de la drague à une 15 valeur  $D_1$  (Figure 5) égale par exemple à la moitié de la valeur initiale, la valeur de  $d$  diminuera automatiquement. L'ensemble des éléments de drague s'équilibrera dans une configuration telle que représentée en Figure 5, dans laquelle la valeur de  $i$  sera encore plus réduite tout au 20 long desdits éléments.

Bien entendu, les éléments de drague sur l'avant et sur l'arrière du goulet, ainsi que la largeur de celui-ci, pourront être réduits dans une même proportion par rapport aux dimensions maxima données ci-dessus , les 25 dimensions à donner au dispositif devant en définitive être adaptées aux dimensions des plans d'eau à débarrasser des pollutions.

De plus, le système, dans ses dimensions générales, pourra être considérablement agrandi s'il doit être 30 déployé dans des zones d'intervention où les états de la mer susceptibles d'être rencontrés sont beaucoup plus favorables (mer force 3 ou inférieur ) et où l'étendue à traiter offre toute liberté pour la manœuvre. Les dimensions pourront alors atteindre  $D = 1\ 000$  mètres - 35  $L = 1\ 500$  mètres, toutes autres dimensions des éléments

du système étant choisies par rapport aux dimensions détaillées ci-dessus (mer Force 5) dans un rapport constant.

Dans tous les cas, et pour une configuration déterminée des éléments de drague, il sera possible de 5 régler la vitesse d'avancement des remorqueurs 2, pour respecter la condition relative à l'angle i. Toutefois, les moyens prévus par l'invention permettent, en principe, de fixer la vitesse de remorquage à une valeur nettement supérieure à trois noeuds, et par exemple comprise entre 10 cinq et six noeuds minimum.

Afin d'éviter que le poids du câble traversier 5 ne vienne perturber le fonctionnement des éléments de drague 1 et 7, l'invention prévoit non seulement la disposition au point B de flotteurs 6 carénés, à flottabilité renforcée, mais aussi la disposition d'au moins un flotteur intermédiaire caréné 8 (Figure 6), placé à mi-distance 15 entre les deux flotteurs d'extrémité arrière 6. Le flotteur 8 est relié au câble 5 par une élingue de sustentation 9 - ou pantoire - de hauteur réglable, la connexion entre 20 les câbles 9 et 5 étant assurée par un gousset 11 (Figure 7). Ces moyens de liaison évitent une trop grande déformabilité de l'ensemble des éléments de drague.

Selon une particularité remarquable de l'invention, les liaisons entre chaque élément de drague 1, 7 25 et le flotteur 6 sont telles que ce dernier soit librement orientable relativement aux éléments 1 et 7, et notamment, à l'élément 1 qui le précède, ainsi qu'il apparaît sur les dessins.

On comprend que le dispositif conforme à l'invention, en cours de fonctionnement, provoque l'épaissement de la couche d'huile H sans apparition de vortex le long des éléments 1 et 7, et sans entraînement de l'huile épaisse par rapport à l'eau sous-jacente.

L'hydrocarbure en couche épaisse se rassemble 35 ainsi dans le goulet d'aménée C compris entre les flotteurs

6, puis dans le canal compris entre les flotteurs 6 et l'engin 4, ce canal étant généralement constitué conformément à la Figure 4, par les seconds éléments de drague 7.

5 Si l'on prévoit que les moyens de relevage de l'engin 4 sont transparents à la houle, l'invention permet de récupérer la totalité de la couche d'hydrocarbure à la vitesse à laquelle celle-ci est apportée, sans offrir de résistance à l'avancement et sans laisser 10 échapper d'hydrocarbure polluant.

On va maintenant décrire, à titre non limitatif, un mode de réalisation particulier des éléments de drague 1 et 7 dans le cadre d'une disposition conforme à la Figure 4.

15 Dans cette réalisation, détaillée aux Figures 8 à 15, l'élément de drague 1 comporte une paroi sensiblement plane 21 continue des points A aux points B. La partie supérieure de la paroi 21 fait en service saillie au-dessus de l'eau, tandis que sa partie inférieure pénètre dans l'eau, la paroi étant maintenue sensiblement verticale en service grâce à des moyens de flottaison ménagés le long de sa partie médiane. Ces moyens de flottaison peuvent être avantageusement constitués sur la longueur A, B par un chapelet de flotteurs 22, allongés 20 dans le sens horizontal, et faiblement espacés ou compor- 25 ter tout autre dispositif de flottabilité.

La traction provenant du remorqueur 2 est assurée par des chaînes ou câbles 23 qui traversent une succession de perçages 24 ménagés à la partie inférieure de 30 la paroi 21.

De préférence, la hauteur de la cloison 21 est constante sur toute la longueur de l'élément 1.

De leur côté, les flotteurs 6 comprennent (Figures 9 à 12) un élément de cloison médian 25 qui traverse 35 un flotteur caréné 26, disposé de chaque côté, le flotteur

26 s'étendant sensiblement sur la longueur de la cloison 25.

De préférence, la flottabilité des flotteurs 26 est sensiblement supérieure à celle des flotteurs 22, de 5 manière à tenir compte des efforts provenant du câble traversier 5 et de son poids.

A la partie inférieure de la cloison 25, sont disposés deux goussets d'attache 27, 28. Le gousset avant 27 permet la fixation de la chaîne de traction 23.

10 Le gousset 28 assure l'arrimage d'une seconde chaîne de traction 29 qui s'étend à la partie inférieure de l'élément 7 et aboutit au bateau 4.

Le second élément de barrage 7 est similaire dans sa structure à l'élément 1, avec toutefois le fait 15 que son système de flottabilité doit présenter des lignes d'eau régulières et continues. Ce système peut être constitué par deux flotteurs continus 31 placés de part et d'autre de la paroi médiane 32.

De préférence, la hauteur  $h$  de la paroi 32 croît 20 de l'avant vers l'arrière, de manière que les tirants d'air et d'eau des éléments de barrage 7 correspondent à l'arrière à ceux de l'engin de pompage 4.

Comme on le voit sur les Figures 9 à 11, les moyens d'attache du câble traversier 5 sont constitués par 25 un gousset oblique 33 situé à l'avant du flotteur 26.

La liaison entre la cloison 25 des flotteurs 6 et les parois 1 et 32 des éléments de drague 1 et 7 est assurée par des jupes souples avant 35, arrière 36, destinées à assurer la continuité des tirants d'air et d'eau, 30 tout en permettant la variation des inclinaisons relatives des éléments 1 et 7 à hauteur des flotteurs 6, sous l'influence de la houle et des vagues. Les jupes 35 et 36 sont avantageusement reliées aux cloisons adjacentes par un système de plaques de serrage 37, 38 (Figure 10), boulonnées ou rivetées sur leur hauteur. Toute autre dispo-

sition jouant le même rôle pourrait également être adoptée.

Pour éviter que la traînée du câble traversier 5 ne provoque, au cours du remorquage, des remous susceptibles de perturber la couche d'hydrocarbure H en surface, 5 l'invention prévoit avantageusement de disposer, le long de ce câble, des pièces carénées échelonnées 41 (Figures 13 à 15). Ces pièces sont constituées avantageusement par une palette profilée 42 maintenue par un fourreau en U 43 qui peut tourner autour du câble 5, la liaison entre la 10 palette 42 et le fourreau 43 étant assurée par des rivets 44. Des éléments similaires peuvent être disposés le long de la pantoire 9 de la Figure 7. On réduit ainsi notablement la traînée du câble, et on rétablit un écoulement régulier.

15 Les flotteurs 8 dont la seule fonction est de soutenir le câble traversier 5 peuvent avantageusement présenter la structure des Figures 16 à 18. De tels flotteurs comportent un corps fuselé 45, qui présente dans son plan de symétrie, à la partie inférieure, un gousset percé 46 pour l'attache de la pantoire 9, et, à sa partie supérieure, un embout 47 servant à la mise en place d'un pavillon ou balise de repérage. Une dérive axiale 48, pour la stabilisation du flotteur, est ménagée à la partie inférieure de celui-ci, dans son plan de symétrie.

20 25 On comprend que l'augmentation du tirant d'eau prévue pour les éléments 7 permet d'arrêter d'éventuelles fuites par arrachement d'hydrocarbure à l'interface de l'hydrocarbure et de l'eau, au cas où l'arrivée de l'hydrocarbure vient momentanément à dépasser la capacité 30 d'absorption du système de pompage.

Le fait que les moyens de flottabilité de l'élément 7 soient lisses et continus, supprime les remous qui seraient néfastes. L'écoulement de l'hydrocarbure et de l'eau dans le canal d'aménée compris entre les flotteurs 6 35 les éléments 7 et l'engin de relevage 4 est ainsi rendu

aussi régulier et laminaire que possible.

L'augmentation du tirant d'air de l'élément 7 réduit également le risque de déferlement des lames par dessus la drague, dans la région où l'hydrocarbure H est 5 accumulé sous forte épaisseur. Les risques de fuites du dispositif sont donc très réduits. En même temps, la tenue à la mer est améliorée.

Dans une variante de l'invention, illustrée à la Figure 19, il est prévu d'éliminer le câble traversier 10 5 et de substituer à celui-ci des flotteurs 6a qui, à leur partie inférieure, sont pourvus de plans de dérives 51 provoquant un effort de même nature que la traction T mentionnée précédemment. Eventuellement, l'angle p de la dérive 51 avec l'axe longitudinal du flotteur 6a est réglable. 15

Les dérives 51, sous l'effet de la vitesse  $v$ , tendent à rapprocher l'un de l'autre les points B et à exercer une traction T d'autant plus forte que la vitesse est plus élevée. Bien entendu, ce système peut éventuellement 20 être compatible avec le maintien d'un câble traversier 5a, associé à un flotteur 8a, si l'on veut soulager ce câble.

Dans le cas de dragues dont l'ouverture avant D est importante ou dont la vitesse de remorquage  $V$  doit être élevée, l'invention prévoit (Figure 20) de disposer 25 plusieurs câbles traversiers échelonnés 5A, 5B, etc... reliés à des flotteurs intermédiaires 6A, 6B.... qui fractionnent les éléments 1 en plusieurs segments 1A, 1B.... consécutifs, pour lesquels l'angle i reste toujours inférieur à la valeur limite fixée. Le câble traversier le 30 plus long 5A peut avantageusement être soutenu par un ensemble de flotteurs profilés 8a, 8b, 8c.

Cette disposition évite la formation de poches le long des éléments de drague.

Selon un autre mode de réalisation de l'invention, différent des précédents et schématisé Figure 22,

les parties concaves des deux éléments de drague 1, au lieu d'être face-à-face, sont disposées dos-à-dos.

Plus précisément, en position d'utilisation, les extrémités avant A des deux dragues 1 sont attachées 5 en 61 au tableau arrière d'un remorqueur de tête unique G qui les tire suivant K.

Les dragues 1 s'écartent l'une de l'autre à mesure qu'on s'écarte du remorqueur G. A leurs extrémités arrière B sont disposés des engins de relevage 62 de 10 l'hydrocarbure des deux nappes H collectées. Ces engins 62 sont, par exemple, du type catamaran et sont équipés de moyens de pompage appropriés. Sur les engins 62 agissent deux remorqueurs auxiliaires P dont la vitesse Q est telle que sa composante  $Q_1$  suivant V soit égale à K et 15 que la composante  $Q_2$  orthogonale communique à l'élément 1 en B la traction T convenable pour maintenir l'angle i à la valeur prévue.

Dans cette réalisation, le remorqueur de tête G comporte une fosse 63 et des moyens (panneau arrière 64 20 abattable, système de ballastage, par exemple), pour mettre la fosse 63 en communication avec la mer par l'arrière. La fosse 63 est aménagée pour contenir à sec les deux dragues 1 et les engins 62. Ceci permet au remorqueur G de se rendre à grande vitesse (par exemple 20 noeuds) sur les lieux de la pollution et de déployer seulement à cet endroit les dragues 1 de collecte de l'hydrocarbure. Si l'angle i est suffisamment faible, la vitesse 25 de remorquage en service peut rester élevée : par exemple 7 à 8 noeuds.

Il est évident que l'invention n'est pas limitée 30 aux réalisations décrites et qu'on peut apporter à celles-ci des variantes d'exécution. Ainsi, des moyens (treuils à virer) peuvent être prévus sur les flotteurs carénés 6 pour régler la longueur du câble 5.

De plus, il est évident que le dispositif peut 35

être employé même s'il n'est pas remorqué, là où l'eau sous-jacente présente est elle-même en mouvement. Ce cas se présente lorsqu'il y a des courants, en particulier dans les estuaires ouverts sur le large, au moment 5 où ils se remplissent au "flot de la marée montante". Des dragues fixes établies suivant la conception de l'invention peuvent alors servir à protéger de la pollution les estuaires et les baies fermées. Mises en position de travail à marée montante, elles collectent 10 l'hydrocarbure amené par le "flot". Complètement ouvertes à marée descendante, elles laissent passer le "jusant".

REVENDICATIONS

1. Procédé pour la collecte des hydrocarbures répandus sur les plans d'eau en vue de leur relevage, dans lequel au moins un élément de drague flottante est 5 remorqué de telle sorte qu'il présente en tous points une composante de vitesse normale à sa surface afin de balayer la nappe d'hydrocarbure, caractérisé en ce qu'on maintient la paroi de la drague avec une inclinaison suffisamment faible relativement à la direction du remor-  
10 quage pour que la vitesse de déplacement de la drague parallèlement à elle-même soit supérieure à la composante de cette vitesse perpendiculairement à la paroi de la drague.
2. Procédé conforme à la revendication 1, 15 caractérisé en ce que l'inclinaison de la drague est réglée à une valeur telle que la nappe polluante n'ait, au contact de l'eau sous-jacente, qu'une vitesse sensiblement inférieure à celle du remorquage pour laquelle les arrachements parasites de cette nappe au contact de l'eau ne 20 se produisent pas.
3. Procédé conforme à la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que l'inclinaison de la drague est réglée à une valeur telle que les pressions hydrodynamiques qui s'exercent sur la paroi de cette drague ne puissent 25 engendrer de vortex susceptibles d'entraîner la nappe d'hydrocarbure rassemblée.
4. Procédé conforme à l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que l'angle entre un élément de paroi de la drague et la direction du remorquage est main-  
30 tenu à une valeur sensiblement inférieure à 35°.
5. Procédé conforme à l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que la drague flottante est remorquée par son extrémité avant, et en ce que l'on contrôle l'inclinaison de sa paroi relativement à la direction de 35 son déplacement en exerçant sur l'extrémité arrière de cette

paroi une traction suivant une direction perpendiculaire à ladite direction du déplacement.

5 6. Procédé conforme à la revendication 5, caractérisé en ce qu'on effectue le relevage de la nappe d'hydrocarbure à mesure que celle-ci se présente à la partie arrière de la paroi de la drague.

10 7. Procédé conforme à l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'on met en oeuvre un seul élément de drague flottante remorqué par l'avant et maintenu obliquement relativement à la direction du remorquage, au cours de son déplacement.

15 8. Procédé conforme à l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'on remorque deux éléments de drague reliés chacun à un remorqueur de tête et convergeant l'un vers l'autre vers l'arrière et en ce qu'on maintient à l'arrière, entre ces deux éléments de drague, un goulet pour le passage de la nappe épaisse d'hydrocarbure vers des moyens de relevage de cette nappe.

20 9. Procédé conforme à la revendication 8, caractérisé en ce qu'on dispose à l'arrière des deux éléments de drague de collecte, et en continuité avec des derniers, deux autres éléments de drague convergents vers l'arrière, les extrémités avant de ces seconds éléments étant séparées par le goulet arrière des premiers éléments 25 tandis que les extrémités arrière de ces seconds éléments sont reliées au dispositif de relevage qui est déplacé en synchronisme avec l'ensemble des éléments de drague, et en ce qu'on maintient l'angle de la partie avant des seconds éléments de drague avec la direction de remorquage à une 30 valeur plus faible que l'angle de la partie arrière des premiers éléments avec cette direction.

35 10. Procédé conforme à l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'on remorque deux éléments de drague au moyen d'un seul remorqueur de tête relié à l'extrémité avant de ces deux éléments dont les parois s'écar-

tent l'une de l'autre vers l'arrière et en ce qu'on exerce une traction ayant une composante normale à la direction de remorquage à la partie arrière de chacun des éléments de drague.

5        11. Dispositif pour l'application d'un procédé conforme à l'une des revendications 1 à 10, caractérisé en ce qu'il comprend au moins un élément de drague placé obliquement relativement à la direction de déplacement, dont l'extrémité avant est reliée à un remorqueur et dont  
10 l'extrémité arrière est reliée à des moyens exerçant sur cette extrémité une force ayant une composante de traction suivant une direction perpendiculaire à la direction de déplacement de la drague, ce dispositif comprenant encore des moyens de relevage de l'hydrocarbure placés à l'arrière  
15 de l'élément de drague qui dirige vers eux la partie épaisse de la nappe polluante.

12. Dispositif conforme à la revendication 11 et caractérisé en ce qu'il comprend deux éléments de drague convergeant l'un vers l'autre vers l'arrière, ces deux éléments étant hâlés chacun par un remorqueur à leur extrémité avant et ayant leurs extrémités arrière réunies entre elles par un câble traversier, réservant entre ces extrémités un goulet dont la largeur est sensiblement inférieure à la distance séparant les deux extrémités avant.

25       13. Dispositif conforme à la revendication 12, caractérisé en ce que chaque élément de drague comporte, à ses extrémités arrière, des flotteurs carénés entre lesquels est accroché le câble traversier.

14. Dispositif conforme à la revendication 13,  
30 caractérisé en ce que les flotteurs d'extrémité arrière supportant le câble traversier sont librement orientables relativement à la partie de l'élément de drague qui les précède.

15. Dispositif conforme à l'une des revendications 12 à 14, caractérisé en ce qu'il comporte au moins

un flotteur intermédiaire placé entre les deux flotteurs d'extrémité arrière, ce flotteur intermédiaire étant relié au câble traversier par une élingue de sustentation.

16. Dispositif conforme à la revendication 11,  
5 caractérisé en ce qu'il comprend deux éléments de drague convergeant l'un vers l'autre vers l'arrière, ces deux éléments étant hâlés chacun par un remorqueur à leur extrémité avant et ayant à leurs extrémités arrière des flotteurs carénés pourvus de dérives, orientées de manière  
10 que ces flotteurs tendent à se rapprocher l'un de l'autre, lors du remorquage.

17. Dispositif conforme à l'une des revendications 12 à 16, caractérisé en ce qu'aux extrémités arrière des deux éléments de drague remorqués sont attachés deux  
15 autres éléments de drague de moindre longueur, dont les extrémités arrière sont associées au dispositif de relevage de l'hydrocarbure, des moyens étant de plus prévus pour permettre, à leur jonction, une différence d'inclinaison des deux éléments de drague consécutifs, relative-  
20 ment à la direction de remorquage.

18. Dispositif conforme à l'une des revendications 13 à 17, caractérisé en ce que les flotteurs carénés sont montés de chaque côté d'une cloison médiane située dans le prolongement de celle des éléments de drague.  
25

19. Dispositif conforme à la revendication 18 et caractérisé en ce que la cloison des flotteurs carénés est reliée par une jupe souple aux parois des éléments de drague contigus, de manière à constituer une paroi séparatrice continue, la jupe souple permettant toutefois  
30 une variation de l'orientation du flotteur relativement à celle des éléments de drague adjacents.

20. Dispositif conforme à la revendication 11, caractérisé en ce qu'il comprend un remorqueur de tête à l'arrière duquel sont attachés deux éléments de drague  
35 s'écartant l'un de l'autre vers l'arrière, des moyens,

tels que des engins de remorquage, pour tirer les extrémités arrière de ces éléments suivant des directions opposées ayant chacune une composante orthogonale à la direction de remorquage et des moyens de relevage de la nappe 5 d'hydrocarbure épaisse, placés au voisinage desdites extrémités arrière des éléments de drague.

21. Dispositif conforme à la revendication 20, caractérisé en ce que le remorqueur de tête présente une fosse et des moyens pour mettre vers l'arrière cette fosse 10 en communication avec la mer, ladite fosse étant aménagée pour contenir deux éléments de drague repliés et leurs annexes éventuelles.

22. Dispositif conforme à l'une des revendications 12 à 21, caractérisé en ce que la hauteur de la 15 paroi des éléments de drague croît vers l'arrière.

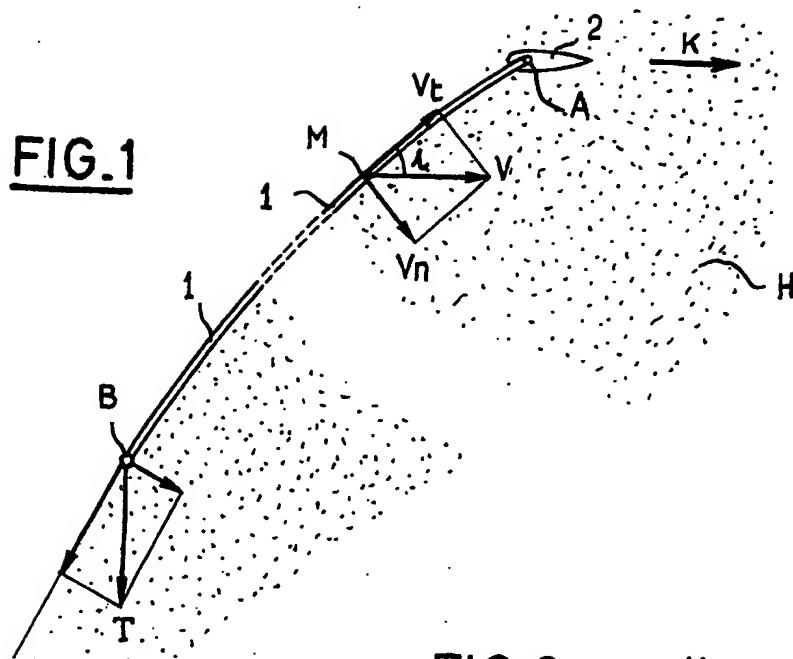
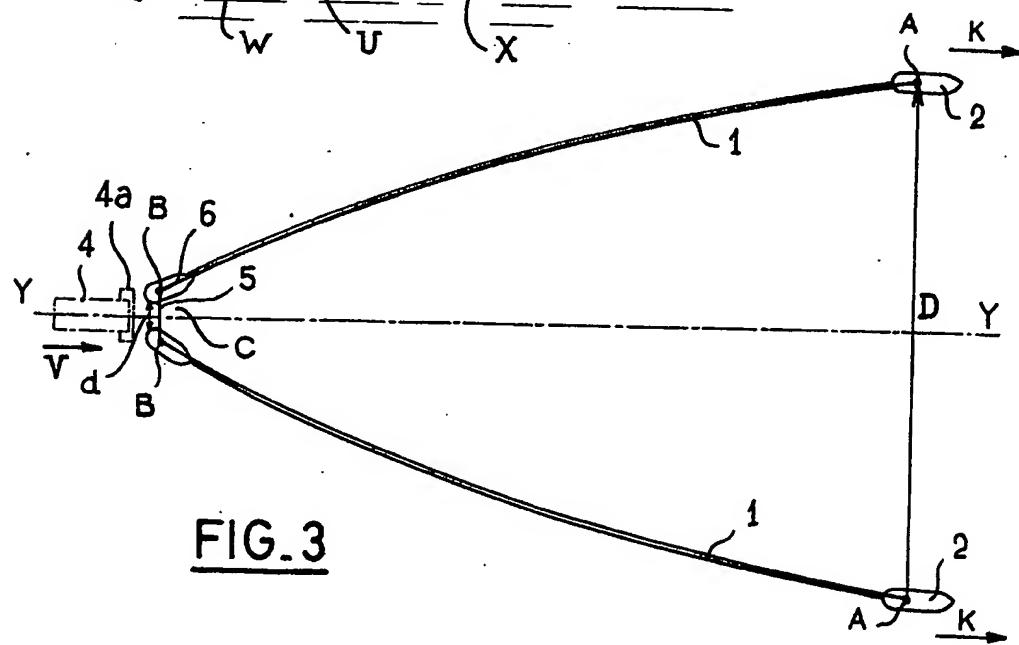
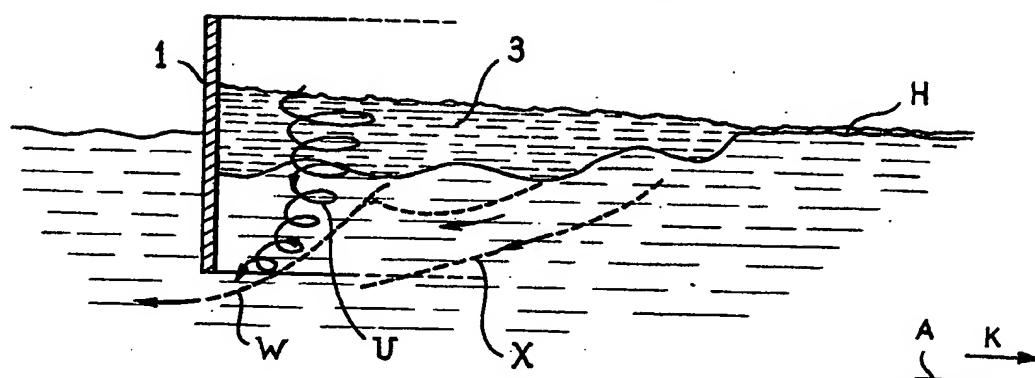
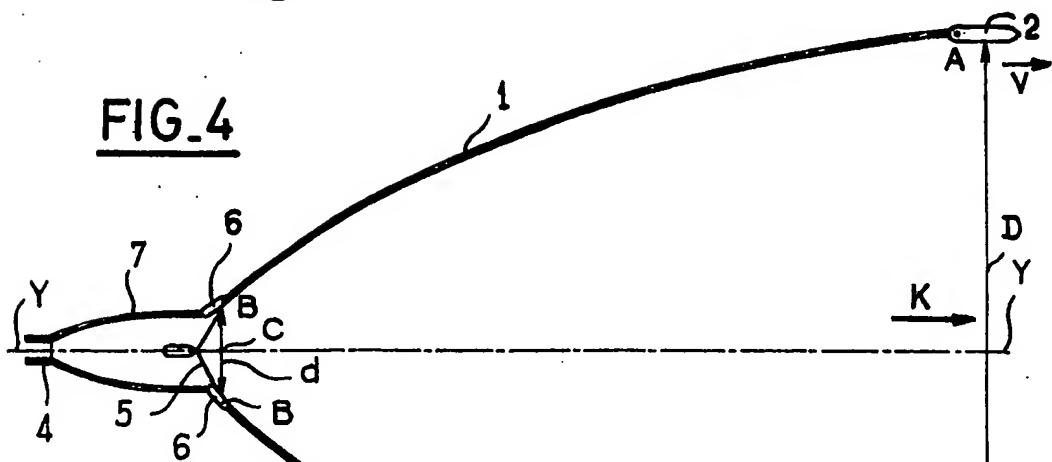
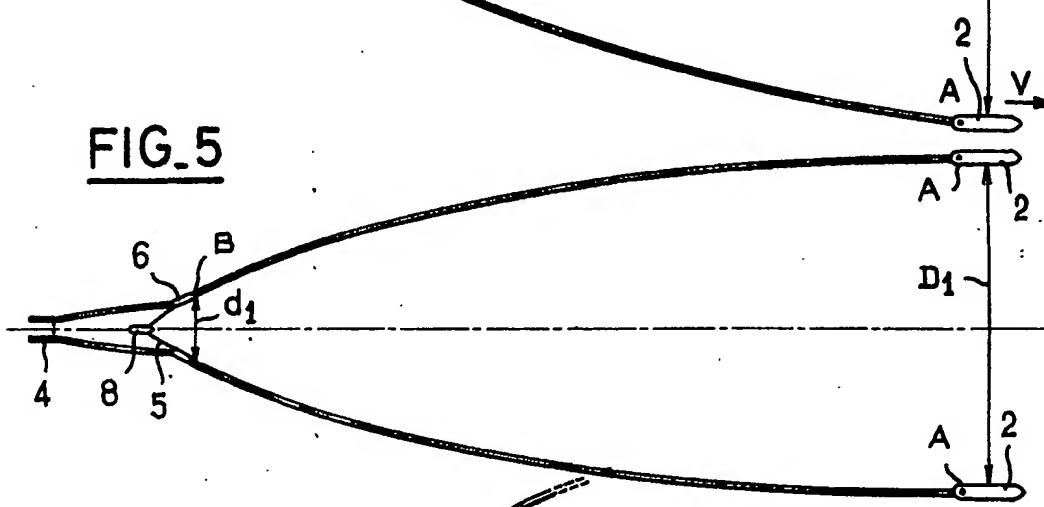
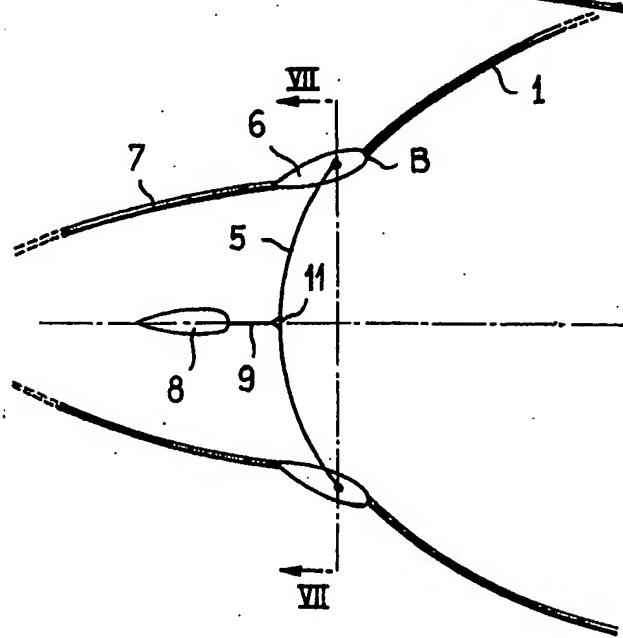
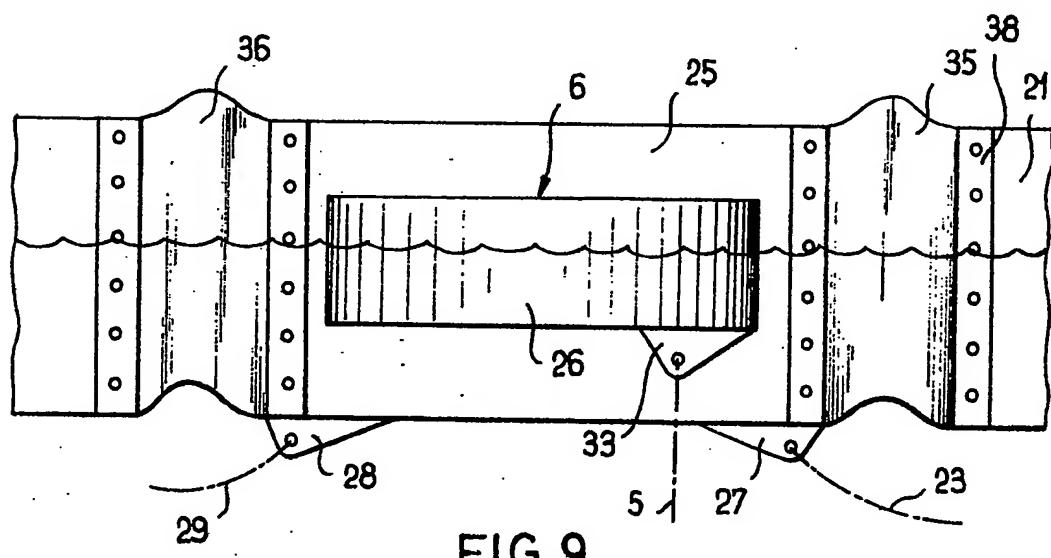
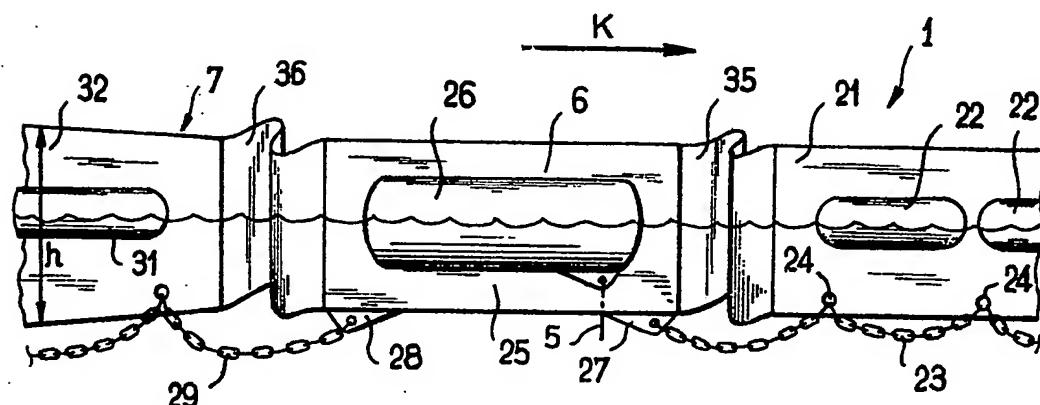
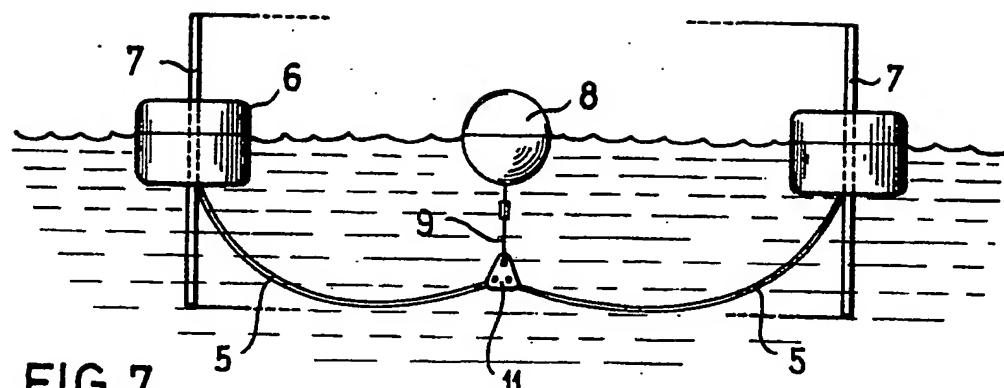
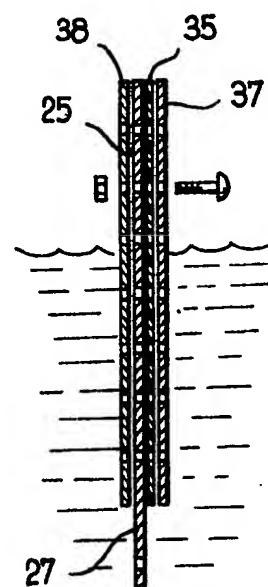
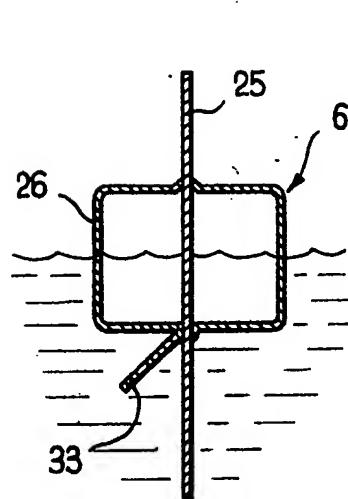
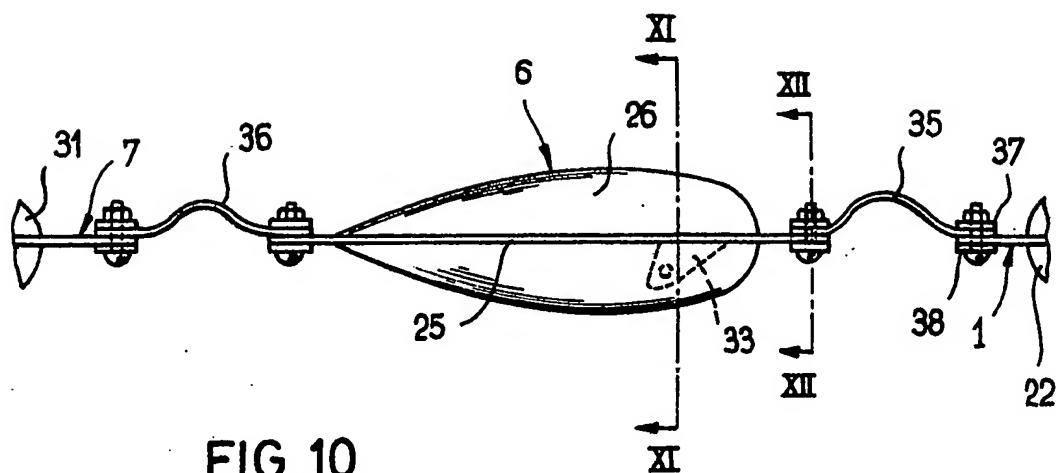
FIG.1FIG.2

FIG. 4FIG. 5FIG. 6





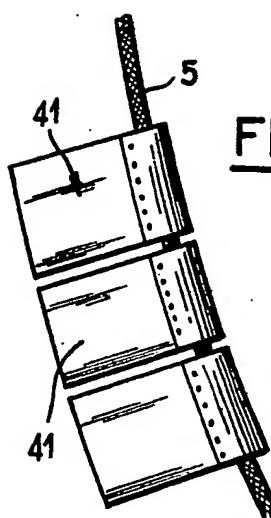


FIG. 13

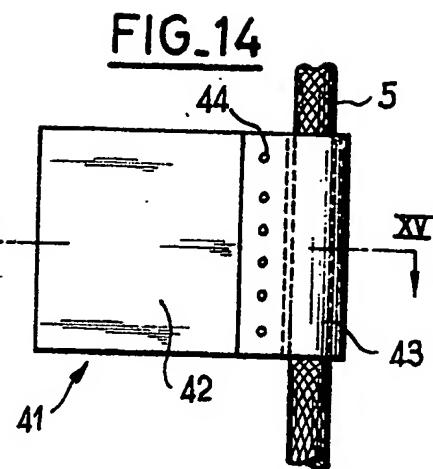


FIG. 14

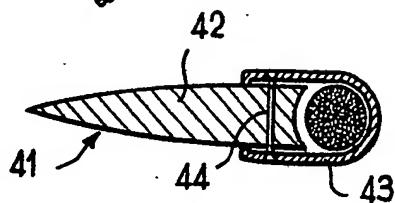


FIG. 15

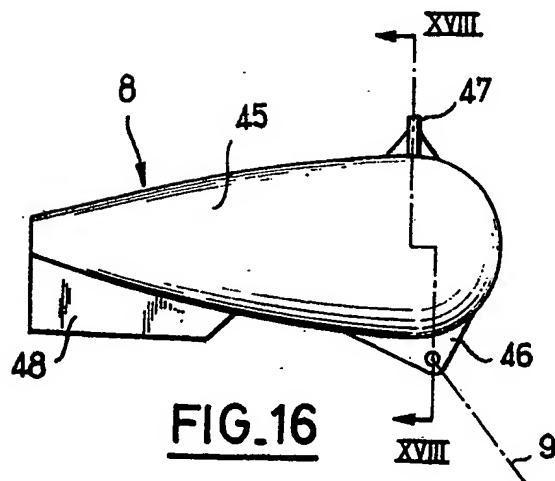


FIG. 16

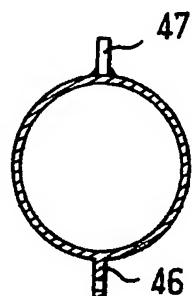


FIG. 18

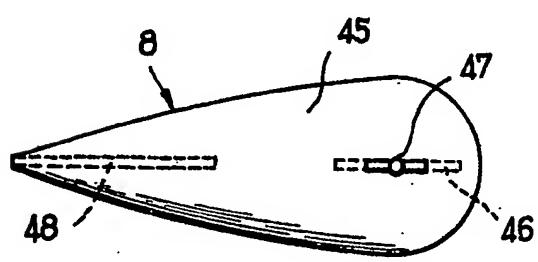


FIG. 17

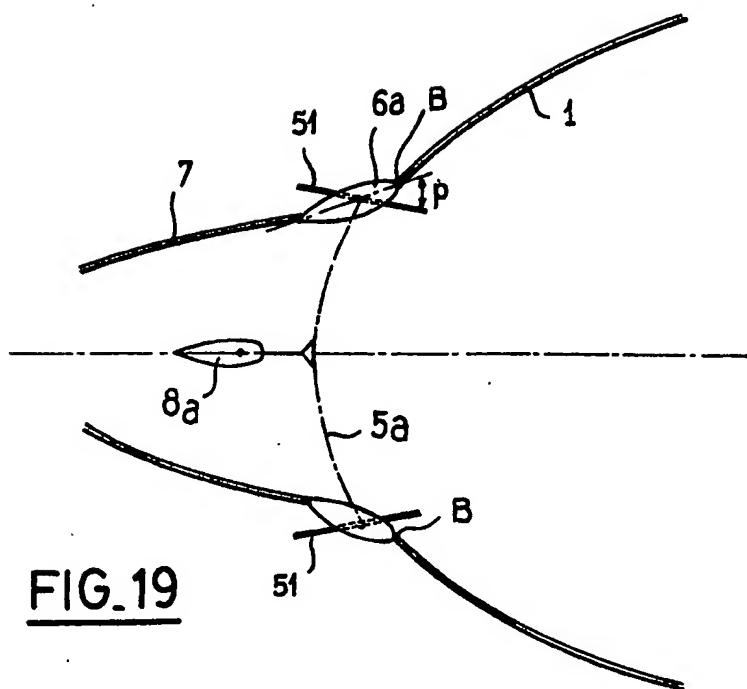


FIG. 19

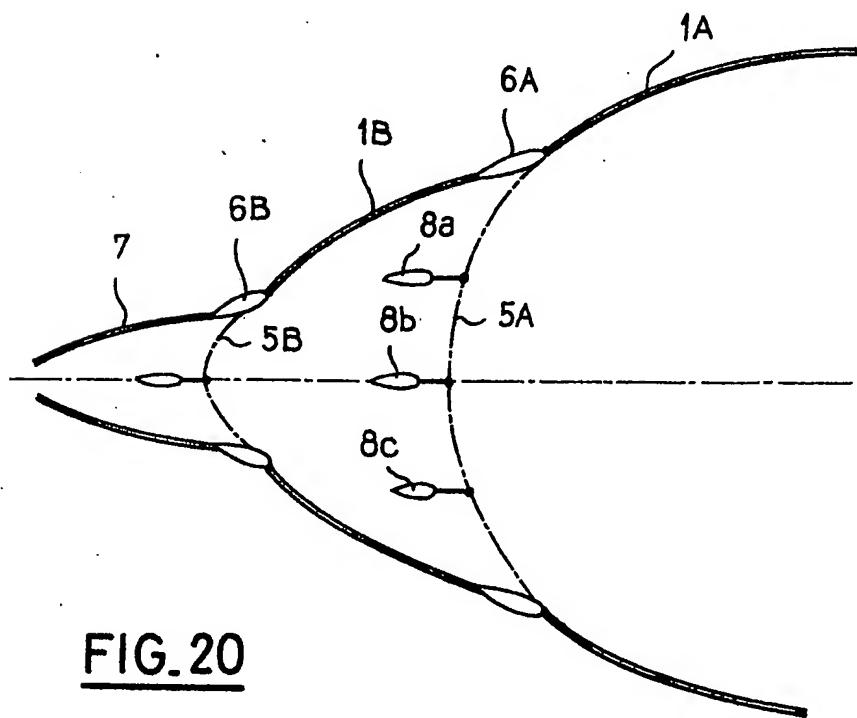
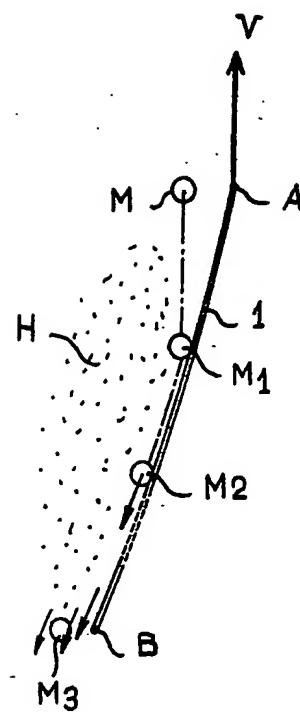
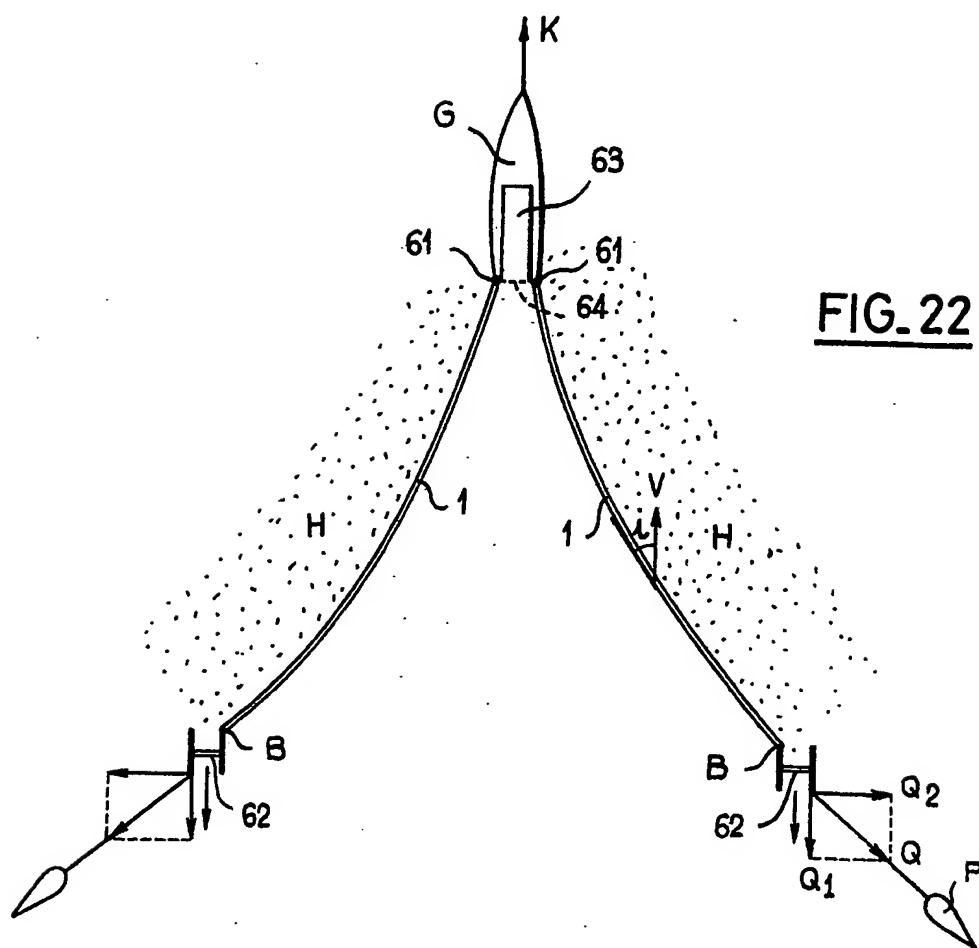


FIG. 20

FIG. 21FIG. 22

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**